

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-48515

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月20日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 13/04
13/18

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 13/04
13/18

技術表示箇所

D

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平8-214952

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 7 月29日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号

(72) 発明者 三原 伸一

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

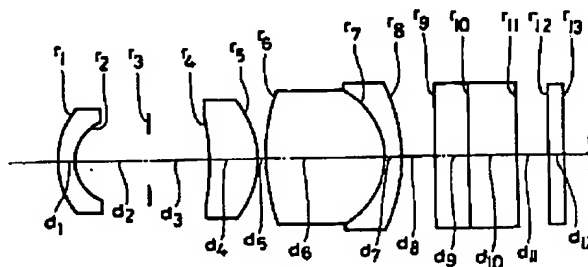
(74) 代理人 弁理士 向 寛二

(54) 【発明の名称】 広角レンズ

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、レンズ組立上必要なスペースを確保し、しかも所定のバックフォーカス、射出瞳位置を確保し、良好な性能のデジタルカメラに適した撮影レンズを提供することを目的とする。

【構成】 本発明の撮影レンズは、物体側から負の前群と絞りと正の後群よりなり、前群が像側の面が物体側の面よりパワーが大である正レンズと像側に強い凹面を向けた負のメニスカスレンズを有し、後群が両凸形状の正のレンズ成分を有し、3枚以下のレンズにて構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】物体側から順に、負のレンズ群の前群と開口絞りと、正のレンズ群の後群とよりなり、前記前群が物体側から順に、像側の面よりも物体側の面の方がパワーが大である正レンズと、像側に強い凹面を向けた負の

- (1) $-0.5 < f/f_F < -0.2$
- (2) $0.2 < D_{FS}/D_{SR} < 1.2$
- (3) $1.5 < D_{SR}/f < 5$
- (4) $-0.5 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.5$

ただし、 f は全系の焦点距離、 f_F は前記前群の焦点距離、 D_{FS} は前記前群の最も物体側の面頂から開口絞りまでの距離、 D_{SR} は前記開口絞りから前記後群の最も像側の面頂までの距離、 r_{R1} 、 r_{R2} は夫々前記後群の最も像側の両凸形状のレンズ成分の物体側の面および像側の面の近軸曲率半径である。

【請求項2】物体側から順に負のレンズ群の前群と明る

- (1) $-0.5 < f/f_F < -0.2$
- (2) $0.2 < D_{FS}/D_{SR} < 1.2$
- (3) $1.5 < D_{SR}/f < 5$
- (4) $-0.5 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.5$

ただし、 f は全系の焦点距離、 f_F は前記前群の焦点距離、 D_{FS} は前記前群の最も物体側の面頂から開口絞りまでの距離、 D_{SR} は前記開口絞りから前記後群の最も像側の面頂までの距離、 r_{R1} 、 r_{R2} は夫々前記後群の最も像側の両凸形状のレンズ成分の物体側の面および像側の面の近軸曲率半径である。

【請求項3】物体側から順に、負のレンズ群の前群と、明るさ絞りと、正のレンズ群の後群とよりなり、前記前

- (1-3) $-0.65 < f/f_F < -0.2$
- (2-3) $0.1 < D_{FS}/D_{SR} < 1.0$
- (3) $1.5 < D_{SR}/f < 5$
- (4) $-0.5 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.5$

ただし、 f は全系の焦点距離、 f_F は前記前群の焦点距離、 D_{FS} は前記前群の最も物体側の面頂から開口絞りまでの距離、 D_{SR} は前記開口絞りから前記後群の最も像側の面頂までの距離、 r_{R1} 、 r_{R2} は夫々前記後群の最も像側の両凸形状のレンズ成分の物体側の面および像側の面の近軸曲率半径である。

【請求項4】物体側から順に負のレンズ群の前群と、明

- (1-6) $-0.2 < f/f_F < 0.3$
- (2-6) $0.3 < D_{FS}/D_{SR} < 1.6$
- (3) $1.5 < D_{SR}/f < 5$
- (4) $-0.5 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.5$
- (5) $0.1 < D_{12}/D_{FS} < 0.7$

ただし、 f は全系の焦点距離、 f_F は前記前群の焦点距離、 D_{FS} は前記前群の最も物体側の面頂から開口絞りまでの距離、 D_{SR} は前記開口絞りから前記後群の最も像側の面頂までの距離、 r_{R1} 、 r_{R2} は夫々前記後群の最も像側の両凸形状のレンズ成分の物体側の面および像側の面の近軸曲率半径、 D_{12} は前記前群の像側に強い凹面を向

メニスカスレンズとの2枚のレンズにより構成され、前記後群が最も像側に単レンズもしくは接合レンズの両凸形状のレンズ成分を有し全体として3枚以下のレンズにて構成され下記条件(1)、(2)、(3)、(4)を満足する広角レンズ。

さ絞りと、正のレンズ群の後群とよりなり、前記前群が物体側より順に正のメニスカスレンズと像側に強い凹面を向けた負のメニスカスレンズの2枚のレンズにより構成され、前記後群が最も像側に単レンズもしくは接合レンズの両凸形状のレンズ成分を有し全体として3枚以下のレンズにて構成され、下記条件(1)、(2)、(3)、(4)を満足する広角レンズ。

群が物体側の面が光軸から周辺に行くにしたがって曲率が強くなるような非球面であり像側に強い凹面を向けた負のメニスカスレンズ1枚より構成され、前記後群が最も像側に単レンズもしくは接合レンズの両凸形状のレンズ成分を有し全体として3枚以下のレンズよりなり、下記条件(1-3)、(2-3)、(3)、(4)を満足する広角レンズ。

るさ絞りと、正のレンズ群の後群とよりなり、前記前群が物体側より順に像側に強い凹面を向けた負のメニスカスレンズと正レンズの2枚のレンズにて構成され、前記後群が最も像側に単レンズもしくは接合レンズの両凸形状のレンズ成分とを有し全体として3枚以下のレンズにて構成され、下記条件(1-6)、(2-3)、(3)、(4)を満足する広角レンズ。

けた負のメニスカスレンズと正レンズの光軸上における空気間隔である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、特に焦点距離の極めて短いレンズ系で小型で構成枚数の少ないシンプルな

電子カメラ用広角撮影レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近では、銀塩35mmフィルム（通称ライカ版）カメラに代わる次世代カメラとして電子カメラ（デジタルカメラ）が注目されつつある。そのデジタルカメラの撮像素子として用いられるもののサイズは銀塩35mmフィルムと比較すると、対角長で数分の一から十数分の一である。したがって、同じ画角の画像を得る場合、結像レンズ系の焦点距離をそれに比例して極めて短くする必要がある。理論上はレンズ系のサイズもそれに比例して極めて小さくなるため、構成要素も当然その分小さくなる。したがって、レンズの加工は困難を極めることになる。一方、電子撮像素子の特性上、結像レンズ系からの光線射出角が極力撮像素子に対して垂直であることが望まれる。したがって、従来の銀塩35mmフィルム（通称ライカ版）カメラ用の広角レンズ系（例えばレトロフォーカレンズ系）をそのままデジタルカメラ用とするのは困難である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、レンズ構成要素の縁肉や中肉の厚みや組み立て上必要なスペースを十分確保することを行いつつも、所定のバックフォーカスや射出瞳位置、かつ、良好な結像性能を有したデジタルカメラに適した小型で構成枚数の少ないシンプルで製作性の良好な広角レンズ系を得ることを目的とするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明のレンズ系は、撮像素子のサイズが小さくかつ広角なレンズ系であるため、焦点距離は極めて短い。又レンズ系と撮像素子の間にフィルターや撮像素子のカバーガラスを配置するためのスペースを確保する必要性から、レンズ系のバックフォーカスを焦点距離以上の長さにする必要がある。そのために、物体側から順に負のパワーのレンズ群と正のパワーのレンズ群の二つのレンズ群にて構成した。それにより、レンズ系のパワーは、後群に集中し、後群のレンズ枚数が多くなる。又、レンズ系を構成する各要素の縁肉、中肉等を確保するために、空気間隔は出来る限り小さくすることになり、したがって、従来の銀塩35mmフィルム（通称ライカ版）カメラ用の広角レンズのように絞りを後群中に設けることが出来ない。したがって本発明のレンズ系は、開口絞りを二つのレンズ群の中間に設けてある。

【0005】又レンズ系の構成枚数を極力少なくするために、最小限のレンズ枚数で最大限の収差補正をする必要があり、そのため、本発明のレンズ系は、前記の負の

レンズ群（前群）を像側に強い負の凹面を向けた負のメニスカスレンズを1枚含む全体として2枚以下のレンズにて構成した。又、前記正のレンズ群（後群）は、最も像側に単レンズもしくは接合レンズの両凸形状のレンズ成分を配置した全体として3枚以下のレンズにて構成するようにした。

【0006】又、全系の焦点距離に対する後群（正のレンズ群）の厚みが大になる傾向があるので、バックフォーカスを確保するためには、前記負のレンズ群（前群）と正のレンズ群（後群）のパワーを強くする必要がある。このように両レンズ群のパワーを強くすると、歪曲収差が大になり監視カメラ用ならともかく、一般のデジタル写真用レンズ系としては好ましくない。

【0007】本発明では、前述のように、負のレンズ群（前群）の最も物体側に像側よりも物体側の方がパワーが大である正レンズまたは正のメニスカスレンズを配置した。これと像側に強い凹面を向けた負のメニスカスレンズとにて構成した。または、前群を負のメニスカスレンズ1枚のみで構成し、その物体側の面を非球面にしてもよい。

【0008】又、前群の負のメニスカスレンズを球面レンズにした場合、物体側から順に、負のメニスカスレンズと像側の方が強い曲率を持つ正レンズにて構成してもよい。

【0009】又、正のレンズ群（後群）の最も像側のレンズ成分は、射出側テレセントリックとしながら各収差を良好に補正する役割を有しており、従来の銀塩35mmフィルム（通称ライカ版）カメラ用の広角レンズとは異なり両凸レンズにするのが良い。

【0010】つまり、本発明のレンズ系は、後群をその最も像側に両凸形状である単レンズもしくは接合レンズの正のレンズ成分を配置した全体として3枚以下のレンズにて構成した。

【0011】本発明のレンズ系は、以上の通りの構成にすると共に次に示す各条件を満足することを特徴とする。

【0012】まず、負の前群、絞り、正の後群にて構成される本発明のレンズ系で、前群が物体側から順に像側の面よりも物体側の面の方がパワーが大である正レンズと像側に強い凹面を向けた負のメニスカスレンズとの2枚のレンズより構成され、前群が最も像側に単レンズもしくは接合レンズの両凸形状のレンズを配置した全体として3枚以下のレンズにて構成される場合、下記条件（1）、（2）、（3）、（4）を満足することが望ましい。

【0013】

- (1) $-0.5 < f/f_F < -0.2$
- (2) $0.2 < D_{FS}/D_{SR} < 1.2$
- (3) $1.5 < D_{SR}/f < 5$
- (4) $-0.5 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.5$

ただし、 f は全系の焦点距離、 f_F は前記前群の焦点距離、 D_{FS} は前記前群の最も物体側の面頂から開口絞りまでの距離、 D_{SR} は前記開口絞りから前記後群の最も像側の面頂までの距離、 r_{R1} 、 r_{R2} は夫々前記後群の最も像側の両凸形状のレンズ成分の物体側の面および像側の面の近軸曲率半径である。条件(1)は、前群の焦点距離を規定したもので、下限値を超えると十分なバックフォーカスが得られず、また上限値を超えると歪曲収差が著しく悪化するためいづれも好ましくない。

【0014】条件(2)は、前群の最も物体側の面頂から開口絞りまでの距離と開口絞りから後群の最も像側の面頂までの距離の比を規定したものであり、レンズ系の全長や前玉径を小さく保ちつつ射出側テレセントリック性を確保するための条件である。

【0015】この条件(2)の上限値を超えると全長や前玉径が大きくなるか又は射出側テレセントリック性が保てなくなる。又条件(2)の下限値を超えると軸外光線高が後群で高くなり、軸外収差補正が困難になるか、又は後群の径が大きくなる。

【0016】条件(3)は、開口絞りから後群の最も像側の面頂までの距離を規定したものである。本発明のレンズ系は、焦点距離が数mmと極めて短く、そのために絶対的サイズが極めて小さい。このような撮影レンズにおいて、サイズと組立性や鏡枠設計の可能性のバランスを良くするための条件がこの条件(3)で、焦点距離の長い光学系に比べて、本発明のような焦点距離の短いレンズ系にとって重要である。

$$\begin{aligned}(1-1) \quad & -0.45 < f/f_F < -0.2 \\(2-1) \quad & 0.4 < D_{FS}/D_{SR} < 1.0 \\(3-1) \quad & 1.5 < D_{SR}/f < 4 \\(4-1) \quad & -0.3 < (r_{R1}+r_{R2})/(r_{R1}-r_{R2}) < 0.3\end{aligned}$$

更に上記本発明のレンズ系において、条件(1)、

(2)、(3)、(4)の代りに夫々下記条件(1-2)、(2-2)、(3-2)、(4-2)を満足する

$$\begin{aligned}(1-2) \quad & -0.4 < f/f_F < -0.2 \\(2-2) \quad & 0.6 < D_{FS}/D_{SR} < 0.8 \\(3-2) \quad & 1.5 < D_{SR}/f < 3 \\(4-2) \quad & -0.2 < (r_{R1}+r_{R2})/(r_{R1}-r_{R2}) < 0.2\end{aligned}$$

又、本発明のレンズ系において、負の前群を物体側から順に、正のメニスカスレンズと像側に強い凹面を向けた負のメニスカスレンズの2枚のレンズにて構成し、又前記の条件(1)、(2)、(3)、(4)を満足するレンズ系も本発明の目的を達成し得るものである。

【0023】又、上記レンズ系において、条件(1)、(2)、(3)、(4)の代りに夫々条件(1-1)、(2-1)、(3-1)、(4-1)を満足するようにすればより望ましい。

【0024】更に上記レンズ系において、条件(1)、(2)、(3)、(4)の代りに夫々条件(1-2)、

$$(1-3) \quad -0.65 < f/f_F < -0.2$$

【0017】この条件(3)の下限値を超えると、レンズの径や空気間隔が小になりすぎて、鏡枠設計や組立てが困難になる。条件(3)の上限値を超えると光学系が大きくなる。

【0018】条件(4)は、後群の最も像側に配置された両凸形状のレンズ成分の形状を更に限定したもので、射出側テレセントリック性を保ちながら各収差を良好に補正するための条件である。レンズ系を射出側テレセントリックにすると、主光線の傾角が小さくなるため従来の銀塩35mmフィルム(ライカ版)カメラ用の広角レンズに比べシェープファクターを負側の値をとるようにするのが望ましい。主光線の収差を小さくするためには、このレンズ成分のシェープファクターが-0.7近辺であることが好ましいが、球面収差を考えると、軸上光束がこのレンズ成分への入射光束がほぼアフォーカルになるために-0.7近辺であることが望ましい。レンズ系が、画角30°程度で、 $F/2.8$ 程度の仕様である場合、収差のバランス上このシェープファクターは、ほぼ0近傍であることが望ましい。

【0019】条件(4)の上限値を超えると球面収差が補正不足になりやすく、又下限値を超えると非点収差、コマ収差、樽型歪曲収差が発生しやすい。

【0020】以上述べた構成の本発明のレンズ系において、条件(1)、(2)、(3)、(4)の代りに夫々下記条件(1-1)、(2-1)、(3-1)、(4-1)を満足すればより好ましい。

【0021】

ことが最も望ましい。

【0022】

(2-2)、(3-2)、(4-2)を満足するようにすれば最も望ましい。

【0025】次に、負の前群と絞りと正の後群とよりなる本発明のレンズ系において、前群を物体側の面が光軸から周辺に行くにしたがって曲率が強くなる非球面を有していて像側に強い凹面を向けた負のメニスカスレンズ1枚にて構成し、下記(1-3)、(2-3)、(3)、(4)を満足するレンズ系も、本発明の目的を達成し得る。

【0026】

$$(2-3) \quad 0.1 < D_{FS}/D_{SR} < 1.0$$

$$(3) \quad 1.5 < D_{SR}/f < 5$$

$$(4) \quad -0.5 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.5$$

上記レンズ系も後群の構成は、同様である。

件(1-4)、(2-4)、(3-1)、(4-1)を

【0027】又、上記レンズ系において、条件(1-

満足することがより望ましい。

3)、(2-3)、(3)、(4)の代りに夫々下記条

【0028】

$$(1-4) \quad -0.65 < f/f_F < -0.4$$

$$(2-4) \quad 0.15 < D_{FS}/D_{SR} < 0.7$$

$$(3-1) \quad 1.5 < D_{SR}/f < 4$$

$$(4-1) \quad -0.3 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.3$$

更に上記レンズ系において、条件(1-3)、(2-

ようにすれば最も望ましい。

3)、(3)、(4)の代りに夫々下記条件(1-

【0029】

5)、(2-5)、(3-2)、(4-2)を満足する

$$(1-5) \quad -0.65 < f/f_F < -0.5$$

$$(2-5) \quad 0.25 < D_{FS}/D_{SR} < 0.5$$

$$(3-2) \quad 1.5 < D_{SR}/f < 3$$

$$(4-2) \quad -0.2 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.2$$

上記の前群を1枚の負のメニスカスレンズにて構成した

2枚にて構成し、下記条件(1-6)、(2-6)、

本発明のレンズ系も後群の構成は同様のものである。

(3)、(4)、(5)を満足するレンズ系も本発明の

【0030】又、負の前群と絞りと正の後群よりなる本

目的を達成し得る。

発明のレンズ系において、前群を物体側より順に、像側

【0031】

に強い凹面を向けた負のメニスカスレンズと正レンズの

$$(1-6) \quad -0.2 < f/f_F < 0.3$$

$$(2-6) \quad 0.3 < D_{FS}/D_{SR} < 1.6$$

$$(3) \quad 1.5 < D_{SR}/f < 5$$

$$(4) \quad -0.5 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.5$$

$$(5) \quad 0.1 < D_{12}/D_{FS} < 0.7$$

ただし、 D_{12} は前記前群の像側に強い凹面を向けた負の

下記条件(1-7)、(2-7)、(3-1)、(4

メニスカスレンズと正レンズの光軸上の空気間隔であ

3)、(5-1)を満足すれば一層良好なレンズ系に

る。

なし得る。

【0032】又、上記レンズ系において、条件(1-

【0033】

6)、(2-6)、(3)、(4)、(5)の代りに夫

$$(1-7) \quad 0.0 < f/f_F < 0.25$$

$$(2-7) \quad 0.5 < D_{FS}/D_{SR} < 1.4$$

$$(3-1) \quad 1.5 < D_{SR}/f < 4$$

$$(4-3) \quad -0.4 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.4$$

$$(5-1) \quad 0.2 < D_{12}/D_{FS} < 0.6$$

更に上記レンズ系において、条件(1-6)、(2-

3)を満足すれば最も望ましい。

6)、(3)、(4)(5)の代りに夫々下記条件(1

【0034】

-8)、(2-8)、(3-2)、(4-1)、(5-

$$(1-8) \quad 0.1 < f/f_F < 0.25$$

$$(2-8) \quad 0.8 < D_{FS}/D_{SR} < 1.2$$

$$(3-2) \quad 1.5 < D_{SR}/f < 3$$

$$(4-1) \quad -0.3 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.3$$

$$(5-3) \quad 0.3 < D_{12}/D_{FS} < 0.5$$

上記のように前群を物体側より順に、像側に強い凹面を

収差が発生しやすいが、前記の像側に強い凹面を向けた

向けた負のメニスカスレンズと正レンズとにて構成した

負のメニスカスレンズと像側の方が強い曲率を持つ正レ

場合、これらレンズの間の光軸上の空気間隔を条件

ンズとの間の空気間隔 D_{12} を前群の最も物体側の面頂か

(5)を満足するように定めることが望ましい。

ら開口絞りまでの距離 D_{FS} よりも小さくすれば樽型歪曲

【0035】前群が上記の通りの構成の場合、樽型歪曲

収差の発生量を小さく出来る。

【0036】条件(5)の上限値の0.7を超えるとレンズ系のバックフォーカスを無理なく確保する上では好ましく又パワーの強い後群の各レンズの負担が軽くなるため球面収差、コマ収差、非点収差の補正にとっては好ましいが、樽型歪曲収差が発生しやすい。又条件(5)の下限値の0.1を超えると現実のレンズ系を構成し得なくなる。

【0037】本発明のレンズ系は、前群のパワーが後群のパワーに比べて小であるため、前群の径を少々大きくしても縁肉の確保が容易である。したがって、絞り面つまり軸上マージナル光線を決定する面(部材)を極力後群に近づけるようにして、絞りに関連する部材の挿入等は、絞りよりも前にすることが望ましい。そのため絞りより前に一定のスペースを設ける必要があり、下記条件(6)を満足するようにすることが望ましい。

【0038】(6) $0.5 < D_{25} / f < 1.5$
ただし、 D_{25} は前群の最も像側の面から絞りまでの距離である。

【0039】条件(6)は、前群の最も像側の面から絞りまでの距離を規定するもので、本発明の作用効果を得るため、つまりデジタルカメラ用レンズにとってより望ましい条件である。それは、レンズ系を組立てる際に、絞り等を挿入するためのスペースを確保するのに必要な条件である。

【0040】条件(6)の下限値を超えると、絞り等を挿入するためのスペースを十分に確保することが出来ない。また、前群と後群の主点位置が近くなりすぎて、バックフォーカスを確保するためには、前群、後群共にパワーが強くなりがちになり好ましくない。又、条件(6)の上限値を超えると前群の径が大きくなりやすい。

【0041】本発明のレンズ系において、前群を強い凹面を像側に向けた負のメニスカスレンズ1枚にて構成した時、その像側の曲率の大きい面が、前群の主たる屈折面になり、軸外光線への影響を極力少なくするためには、前記凹面の曲率中心が絞り面と光軸との交点近傍に位置するようにすることが望ましい。つまり下記条件(7)を満足することが望ましい。

【0042】(7) $0.5 < R / D_{25} < 1$
ただしRは前記負のメニスカスレンズの凹面の曲率半径である。

【0043】条件(7)の下限値を超えると軸外収差が悪化しやすく、また半球に近い凹面になり加工が困難になる。又条件(7)の上限値を超えると前群の負のパワーが維持出来なくなる。

【0044】レンズ系の最も像側のレンズでは、軸上マージナル光線高や焦点距離の割に軸外光束の切る高さが高く、またこのレンズのパワーは大になるため、元来収差が発生しやすい。この軸外光束に対する収差を極小にするためには、入射角、射出角を夫々小さくすることが

好ましいが、画素のピッチが細かく、高い解像力が必要な場合には、それのみでは不十分である。後群のパワーの確保と収差補正とを両立させるために、正レンズの枚数を増やすことは、常套手段であるが、先に述べたように、本発明では、小型化とバックフォーカスの確保とにより、レンズを増加させるスペースがない。そのため、本発明は構成枚数を増加させずに、収差補正を行なうため最も像側の両凸レンズの物体側面に、非球面を導入した。

【0045】この最も像側のレンズの物体側の面は、軸外収差、軸上収差ともに収差補正の効果が著しく高く、しかも加工しやすい。後者の加工性に関しては、非球面の有効径が製品の径に対し出来る限り小さい方が好ましい。そのためにレンズの径を大きくする必要があるが、その場合、レンズの縁肉が不足してレンズの厚さを大にする必要があり、レンズ系のコンパクト化等の点から好ましくない。又この最も像側のレンズは、像側の面が有効径が大になりそれによりレンズの径(製品の径)が決まる。

【0046】以上の点を考慮すると、本発明のレンズ系は、下記条件(8)、(9)を満足することが望ましい。

【0047】(8) $0.5 < D_{SR1} / f < 3$
(9) $0.2 < (D_{SR2} - D_{SR1}) / D_{SR1} < 3$
ただし、 D_{SR1} 、 D_{SR2} は夫々絞りから最も像側のレンズの物体側の面(非球面)および像側の面までの距離である。

【0048】条件(8)は、絞りから非球面までの距離を規定したもので、下限値を超えると非球面の各収差への補正効果が小さくなり好ましくない。又上限値を超えるとバックフォーカスの確保が困難になる。

【0049】条件(9)は、最も像側のレンズの物体側の面(非球面)と像側の面(球面)から絞りまでの距離の差を非球面から絞りまでの距離で割った値を規定したものである。

【0050】条件(9)の下限値を超えると両面の有効径の差が小さく、非球面の有効径の製品径に対する比を小さくしにくく、小さくするためには製品の径を大きくしなければならず好ましくない。又条件(9)の上限値を超えるとバックフォーカスの確保が困難になる。

【0051】又、本発明レンズ系において後群は、パワー、結像性能、バックフォーカスの確保、径の小型化の点で、前記の最も像側の両凸形状のレンズ成分が単レンズの場合、絞り与此の両凸レンズ成分の間に正レンズ、負レンズ共に1枚づつ設けることが望ましく、特にバックフォーカスを長くし、諸収差(特に色収差、ベッツバール和、球面収差、コマ収差)の補正、組立性の点から、負レンズ、正レンズの順に接合した接合レンズにすることが望ましい。又はその他の色収差補正能力を有する正の屈折力を有する光学素子を設けてもよい。又この

最も像側の両凸形状のレンズ成分が接合レンズかあるいはその他の色収差の補正能力を有する正の屈折力の光学素子の場合、絞りとこの両凸レンズ成分との間には、正レンズ1枚設ければ十分である。

(6)、(7)、(8)、(9)の代りに下記条件(6-1)、(7-1)、(8-1)、(9-1)を満足すれば一層望ましい。

【0053】

【0052】本発明のレンズ系において、前記条件

$$\begin{aligned}(6-1) \quad & 0.6 < D_{2S}/f < 1.3 \\(7-1) \quad & 0.5 < R/D_{2S} < 0.9 \\(8-1) \quad & 0.8 < D_{SR1}/f < 2 \\(9-1) \quad & 0.5 < (D_{SR2} - D_{SR1})/D_{SR1} < 2\end{aligned}$$

又本発明のレンズ系において、前記条件(6)、

好ましい。

(7)、(8)、(9)の代りに下記条件(6-2)、

【0054】

(7-2)、(8-2)、(9-2)を満足すれば最も

$$\begin{aligned}(6-2) \quad & 0.7 < D_{2S}/f < 1.1 \\(7-2) \quad & 0.6 < R/D_{2S} < 0.8 \\(8-2) \quad & 1.0 < D_{SR1}/f < 1.7 \\(9-2) \quad & 0.6 < (D_{SR2} - D_{SR1})/D_{SR1} < 1.5\end{aligned}$$

【0055】

【発明の実施の形態】次に本発明の広角レンズの実施の形態を各実施例にもとづき説明する。

は、夫々図4に示す通りの構成で下記のデーターを有する。

実施例1

【0056】本発明のレンズ系の実施例1乃至実施例4

$f = 5 \text{ mm}, \quad F/2.8, \quad 2\omega = 65.50^\circ$			
$r_1 = 5.3858$ (非球面)	$d_1 = 0.7500$	$n_1 = 1.48749$	$\nu_1 = 70.21$
$r_2 = 2.2087$	$d_2 = 3.5240$		
$r_3 = \infty$ (絞り)	$d_3 = 2.8368$		
$r_4 = -13.9329$	$d_4 = 2.2945$	$n_2 = 1.56384$	$\nu_2 = 60.70$
$r_5 = -4.7666$	$d_5 = 0.3493$		
$r_6 = 10.7164$ (非球面)	$d_6 = 5.6388$	$n_3 = 1.56384$	$\nu_3 = 60.70$
$r_7 = -3.9559$	$d_7 = 0.8500$	$n_4 = 1.84666$	$\nu_4 = 23.78$
$r_8 = -8.1556$	$d_8 = 1.5000$		
$r_9 = \infty$	$d_9 = 1.6000$	$n_5 = 1.51633$	$\nu_5 = 64.15$
$r_{10} = \infty$	$d_{10} = 2.3000$	$n_6 = 1.54771$	$\nu_6 = 62.84$
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 1.5000$		
$r_{12} = \infty$	$d_{12} = 0.7500$	$n_7 = 1.48749$	$\nu_7 = 70.21$
$r_{13} = \infty$	$d_{13} = 1.2151$		
$r_{14} = \infty$ (像)			

非球面係数

$$\begin{aligned}(\text{第1面}) \quad & K=0, \quad A_4 = 2.1382 \times 10^{-3}, \quad A_6 = 1.9025 \times 10^{-4} \\ & A_8 = -1.0961 \times 10^{-6}, \quad A_{10} = 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(\text{第6面}) \quad & K=0, \quad A_4 = -1.6237 \times 10^{-4}, \quad A_6 = -1.7816 \times 10^{-5} \\ & A_8 = 5.6723 \times 10^{-6}, \quad A_{10} = -1.8854 \times 10^{-7}\end{aligned}$$

$$f/f_F = -0.6165, \quad D_{FS}/D_{SR} = 0.3570, \quad D_{SR}/f = 2.333$$

$$(r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) = 0.1357, \quad D_{2S}/f = 0.6868$$

$$R/D_{2S} = 0.6268, \quad D_{SR1}/f = 1.068$$

$$(D_{SR2} - D_{SR1}) / D_{SR1} = 1.184$$

【0057】実施例2

$f = 5 \text{ mm}, \quad F/2.8, \quad 2\omega = 65.30^\circ$			
$r_1 = 14.7669$	$d_1 = 2.4000$	$n_1 = 1.84666$	$\nu_1 = 23.78$
$r_2 = 77.2137$	$d_2 = 0.2500$		
$r_3 = 8.6633$	$d_3 = 0.7500$	$n_2 = 1.48749$	$\nu_2 = 70.21$
$r_4 = 2.6379$	$d_4 = 3.8149$		

$r_5 = \infty$ (絞り)	$d_5 = 1.1000$		
$r_6 = -9.4638$	$d_6 = 1.2000$	$n_3 = 1.84666$	$\nu_3 = 23.78$
$r_7 = 12.0733$	$d_7 = 3.6000$	$n_4 = 1.72916$	$\nu_4 = 54.68$
$r_8 = -5.5956$	$d_8 = 0.1500$		
$r_9 = 9.4226$ (非球面)	$d_9 = 3.8000$	$n_5 = 1.56384$	$\nu_5 = 60.70$
$r_{10} = -12.3053$	$d_{10} = 1.5000$		
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 1.6000$	$n_6 = 1.51633$	$\nu_6 = 64.15$
$r_{12} = \infty$	$d_{12} = 2.3000$	$n_7 = 1.54771$	$\nu_7 = 62.84$
$r_{13} = \infty$	$d_{13} = 1.0000$		
$r_{14} = \infty$	$d_{14} = 0.7500$	$n_8 = 1.48749$	$\nu_8 = 70.21$
$r_{15} = \infty$	$d_{15} = 1.1999$		
$r_{16} = \infty$ (像)			

非球面係数

$$K=0, A_4 = -3.1037 \times 10^{-4}, A_6 = -2.4543 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 2.1418 \times 10^{-6}, A_{10} = -7.2117 \times 10^{-8}$$

$$f/f_F = -0.3145, D_{FS}/D_{SR} = 0.7324, D_{SR}/f = 1.913$$

$$(r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) = -0.1327, D_{2S}/f = 0.7407$$

$$R/D_{2S} = 0.6914, D_{SR1}/f = 1.175$$

$$(D_{SR2} - D_{SR1}) / D_{SR1} = 0.6281$$

【0058】実施例3

$f = 5 \text{ mm},$	$F/2.8,$	$2\omega = 65.30^\circ$	
$r_1 = 14.4595$	$d_1 = 2.3000$	$n_1 = 1.84666$	$\nu_1 = 23.78$
$r_2 = 73.2856$	$d_2 = 0.2500$		
$r_3 = 8.3092$	$d_3 = 0.7500$	$n_2 = 1.48749$	$\nu_2 = 70.21$
$r_4 = 2.6330$	$d_4 = 3.7620$		
$r_5 = \infty$ (絞り)	$d_5 = 1.1000$		
$r_6 = -7.4826$	$d_6 = 0.8000$	$n_3 = 1.84666$	$\nu_3 = 23.78$
$r_7 = 10.0000$	$d_7 = 3.5000$	$n_4 = 1.72916$	$\nu_4 = 54.68$
$r_8 = -5.5677$	$d_8 = 0.1500$		
$r_9 = 10.1428$ (非球面)	$d_9 = 3.6000$	$n_5 = 1.56384$	$\nu_5 = 60.70$
$r_{10} = -8.6705$	$d_{10} = 1.5000$		
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 1.6000$	$n_6 = 1.51633$	$\nu_6 = 64.15$
$r_{12} = \infty$	$d_{12} = 2.0200$	$n_7 = 1.54771$	$\nu_7 = 62.84$
$r_{13} = \infty$	$d_{13} = 1.6500$		
$r_{14} = \infty$	$d_{14} = 0.7500$	$n_8 = 1.48749$	$\nu_8 = 70.21$
$r_{15} = \infty$	$d_{15} = 1.1999$		
$r_{16} = \infty$ (像)			

非球面係数

$$K=0, A_4 = -5.5278 \times 10^{-4}, A_6 = -2.0032 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 2.1245 \times 10^{-6}, A_{10} = -8.0626 \times 10^{-8}$$

$$f/f_F = -0.3008, D_{FS}/D_{SR} = 0.7715, D_{SR}/f = 1.777$$

$$(r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) = 0.07826, D_{2S}/f = 0.7305$$

$$R/D_{2S} = 0.6999, D_{SR1}/f = 1.078$$

$$(D_{SR2} - D_{SR1}) / D_{SR1} = 0.6486$$

【0059】実施例4

$f = 5 \text{ mm},$	$F/2.8,$	$2\omega = 65.48^\circ$	
$r_1 = 12.0488$	$d_1 = 0.7500$	$n_1 = 1.51742$	$\nu_1 = 52.42$
$r_2 = 3.9076$	$d_2 = 3.8000$		
$r_3 = -61.6570$	$d_3 = 1.9000$	$n_2 = 1.84666$	$\nu_2 = 23.78$
$r_4 = -8.1908$	$d_4 = 2.3854$		

$r_5 = \infty$ (絞り)	$d_5 = 1.2569$		
$r_6 = -5.3626$	$d_6 = 0.8000$	$n_3 = 1.84666$	$\nu_3 = 23.78$
$r_7 = 14.0000$	$d_7 = 3.0000$	$n_4 = 1.72916$	$\nu_4 = 54.68$
$r_8 = -5.5230$	$d_8 = 0.2000$		
$r_9 = 17.1996$ (非球面)	$d_9 = 3.2000$	$n_5 = 1.56384$	$\nu_5 = 60.70$
$r_{10} = -8.2837$	$d_{10} = 1.5000$		
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 1.6000$	$n_6 = 1.51633$	$\nu_6 = 64.15$
$r_{12} = \infty$	$d_{12} = 2.3000$	$n_7 = 1.54771$	$\nu_7 = 62.84$
$r_{13} = \infty$	$d_{13} = 1.5000$		
$r_{14} = \infty$	$d_{14} = 0.7500$	$n_8 = 1.48749$	$\nu_8 = 70.21$
$r_{15} = \infty$	$d_{15} = 1.2140$		
$r_{16} = \infty$ (像)			

非球面係数

$$K=0, A_4 = -8.1100 \times 10^{-4}, A_6 = 6.3995 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -1.6766 \times 10^{-5}, A_{10} = 1.1751 \times 10^{-6}$$

$$f/f_F = 0.2141, D_{FS}/D_{SR} = 1.0449, D_{SR}/f = 1.648$$

$$(r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) = 0.3499, D_{12}/D_{FS} = 0.4301$$

$$D_{2S}/f = 1.575, R/D_{2S} = 0.4833, D_{SR1}/f = 1.024$$

$$(D_{SR2} - D_{SR1}) / D_{SR1} = 0.6087$$

ただし r_1, r_2, \dots はレンズ各面の曲率半径、 d_1, d_2, \dots は各レンズの肉厚およびレンズ間隔、 n_1, n_2, \dots は各レンズの屈折率、 ν_1, ν_2, \dots は各レンズのアッペ数である。

【0060】上記実施例中、実施例1は図1に示す通りの構成で明るさ絞りよりも物体側の前群が像側に強い凹面に向けた負のメニスカスレンズ1枚よりなり、絞りより像側の後群が正のメニスカスレンズと最も像側に配置されている正レンズと負レンズよりなる両凸形状のレンズ成分とよりなる。そして前群の負のメニスカスレンズの物体側の面(面 r_1)が非球面である。又後群の両凸レンズ成分のうちの物体側の面つまり両凸レンズ成分を構成する正レンズの物体側の面(面 r_6)が非球面である。

【0061】実施例2は、図2に示す通りの構成で、前群が像側の面よりも物体側の面がパワーが大である正レンズと凹面を像側に向けた負のメニスカスレンズとよりなり、後群が負レンズと正レンズとを接合した接合レンズと正の単レンズである最も像側の両凸形状のレンズ成分とよりなっている。この実施例2は、後群の最も像側の両凸形状のレンズ成分(正の単レンズ)の物体側の面(面 r_9)が非球面である。

【0062】実施例3は、図3に示す通りであって、実施例2と類似の構成である。この実施例3も後群の最も像側の両凸形状のレンズ成分の物体側の面(面 r_9)が非球面である。

【0063】実施例4は、図4に示す通りの構成のレン

ズ系で、前群が凹面を像側に向けた負のメニスカスレンズと像側の面がパワーが大である正レンズとよりなり、後群が負レンズと正レンズとを接合した接合レンズと正の単レンズよりなる最も像側に配置された両凸形状のレンズ成分とよりなる。この実施例4は、後群の最も像側に配置された両凸レンズ成分の物体側の面(面 r_9)が非球面である。

【0064】前記実施例にて用いている非球面の形状は下記の式にて表わされる。

$$x = \frac{y^2/r}{1 + \sqrt{1 - (k+1)(y/r)^2}} + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10} + \dots$$

【0065】上記式は、光軸方向を x 軸、光軸に垂直な方向を y 軸としたもので、 r は基準球面の曲率半径、 $k, A_4, A_6, A_8, A_{10}, \dots$ は非球面係数である。

【0066】又、実施例において、レンズ系の最終面と結像面との間に配置された平行平板は、赤外線カットフィルターやローパスフィルター等のフィルターである。

【0067】本発明のレンズ系は、特許請求の範囲に記載されたもののほか、次の各項に記載するレンズ系も本発明の目的を達成し得るものである。

【0068】(1) 特許請求の範囲の請求項1又は2に記載するレンズ系で、条件(1)、(2)、(3)、

(4)の代りに夫々下記条件(1-1)、(2-1)、(3-1)、(4-1)を満足する広角レンズ。

$$(1-1) \quad -0.45 < f/f_F < -0.2$$

$$(2-1) \quad 0.4 < D_{FS}/D_{SR} < 1.0$$

$$(3-1) \quad 1.5 < D_{SR}/f < 4$$

$$(4-1) \quad -0.3 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.3$$

【0069】(2) 特許請求の範囲の請求項1又は2に (4) の代りに夫々下記条件(1-2)、(2-2)、記載するレンズ系で、条件(1)、(2)、(3)、 (3-2)、(4-2)を満足する広角レンズ。

$$(1-2) \quad -0.4 < f/f_F < -0.2$$

$$(2-2) \quad 0.6 < D_{FS}/D_{SR} < 0.8$$

$$(3-2) \quad 1.5 < D_{SR}/f < 3$$

$$(4-2) \quad -0.2 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.2$$

【0070】(3) 特許請求の範囲の請求項3に記載す (4) の代りに夫々下記条件(1-4)、(2-4)、るレンズ系で、条件(1-3)、(2-3)、(3)、 (3-1)、(4-1)を満足する広角レンズ。

$$(1-4) \quad -0.65 < f/f_F < -0.4$$

$$(2-4) \quad 0.15 < D_{FS}/D_{SR} < 0.7$$

$$(3-1) \quad 1.5 < D_{SR}/f < 4$$

$$(4-1) \quad -0.3 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.3$$

【0071】(4) 特許請求の範囲の請求項3に記載す (4) の代りに夫々下記条件(1-5)、(2-5)、るレンズ系で、条件(1-3)、(2-3)、(3)、 (3-2)、(4-2)を満足する広角レンズ。

$$(1-5) \quad -0.65 < f/f_F < -0.5$$

$$(2-5) \quad 0.25 < D_{FS}/D_{SR} < 0.5$$

$$(3-2) \quad 1.5 < D_{SR}/f < 3$$

$$(4-2) \quad -0.2 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.2$$

【0072】(5) 特許請求の範囲の請求項4に記載す (4) の代りに夫々下記条件(1-7)、(2-7)、(3-1)、(4-3)、(5-1)を満足する広角レンズ。

(4)、(5) の代りに夫々下記条件(1-7)、(2

$$(1-7) \quad 0.0 < f/f_F < 0.25$$

$$(2-7) \quad 0.5 < D_{FS}/D_{SR} < 1.4$$

$$(3-1) \quad 1.5 < D_{SR}/f < 4$$

$$(4-3) \quad -0.4 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.4$$

$$(5-1) \quad 0.2 < D_{12}/D_{FS} < 0.6$$

【0073】(6) 特許請求の範囲の請求項4に記載す (4) の代りに夫々下記条件(1-8)、(2-8)、(3-2)、(4-1)、(5-3)を満足する広角レンズ。

(4)、(5) の代りに夫々下記条件(1-8)、(2

$$(1-8) \quad 0.1 < f/f_F < 0.25$$

$$(2-8) \quad 0.8 < D_{FS}/D_{SR} < 1.2$$

$$(3-2) \quad 1.5 < D_{SR}/f < 3$$

$$(4-1) \quad -0.3 < (r_{R1} + r_{R2}) / (r_{R1} - r_{R2}) < 0.3$$

$$(5-3) \quad 0.3 < D_{12}/D_{FS} < 0.5$$

【0074】(7) 特許請求の範囲の請求項1、2、3、又は4あるいは前記の(1)、(2)、(3)、(4)、(5)又は(6)の項に記載するレンズ系で、下記条件(6)、(7)を満足することを特徴とする広角レンズ。

$$(6) \quad 0.5 < D_{2S}/f < 1.5$$

$$(7) \quad 0.5 < R/D_{2S} < 1$$

【0075】(8) 特許請求の範囲の請求項1、2、3、又は4あるいは前記の(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6)又は(7)の項に記載するレン

ズ系で前記後群の最も像側の両凸形状のレンズ成分の物体側の面が非球面であり、下記条件(8)、(9)を満足することを特徴とする広角レンズ。

$$(8) \quad 0.5 < D_{SR1}/f < 3$$

$$(9) \quad 0.2 < (D_{SR2} - D_{SR1}) / D_{SR1} < 3$$

【0076】(9) 特許請求の範囲の請求項1、2、3、又は4あるいは前記の(1)、(2)、(3)、(4)、(5)又は(6)に記載するレンズ系で、下記条件(6-1)、(7-1)、(8-1)、(9-1)を更に満足する広角レンズ。

$$(6-1) \quad 0.6 < D_{2S}/f < 1.3$$

$$(7-1) \quad 0.5 < R/D_{2S} < 0.9$$

$$(8-1) \quad 0.8 < D_{SR1}/f < 2$$

$$(9-1) \quad 0.5 < (D_{SR2} - D_{SR1}) / D_{SR1} < 2$$

【0077】(10) 特許請求の範囲の請求項1、2、3又は4あるいは前記の(1)、(2)、(3)、(4)、(5)又は(6)に記載するレンズ系で、下記条件(6-2)、(7-2)、(8-2)、(9-2)

を更に満足する広角レンズ。

$$(6-2) \quad 0.7 < D_{2S} / f < 1.1$$

$$(7-2) \quad 0.6 < R / D_{2S} < 0.8$$

$$(8-2) \quad 1.0 < D_{SR1} / f < 1.7$$

$$(9-2) \quad 0.6 < (D_{SR2} - D_{SR1}) / D_{SR1} < 1.5$$

【0078】

【発明の効果】本発明の広角レンズは、デジタルカメラのような撮像有効領域が極めて小さくそのため焦点距離の極めて小さい場合でも、レンズ構成要素の縁肉や中肉の厚みや組立てに必要なスペースを確保し得、又フィルター数が挿入し得る十分なバックフォーカス、十分遠い射出瞳位置を有しかつ良好な結像性能を有する小型で、構成枚数が少なく、シンプルで良好な製作性を有するデジタルカメラ用として好適なレンズ系である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の断面図

【図2】本発明の実施例2の断面図

【図3】本発明の実施例3の断面図

【図4】本発明の実施例4の断面図

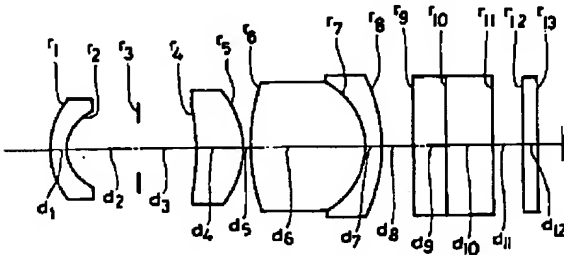
【図5】本発明の実施例1の収差曲線図

【図6】本発明の実施例2の収差曲線図

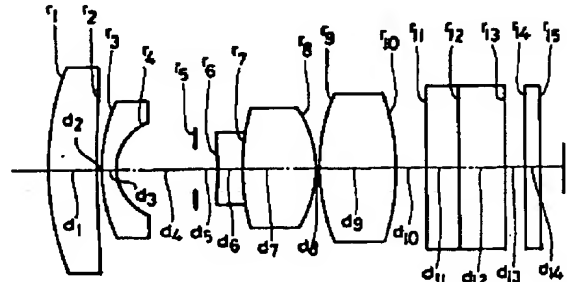
【図7】本発明の実施例3の収差曲線図

【図8】本発明の実施例4の収差曲線図

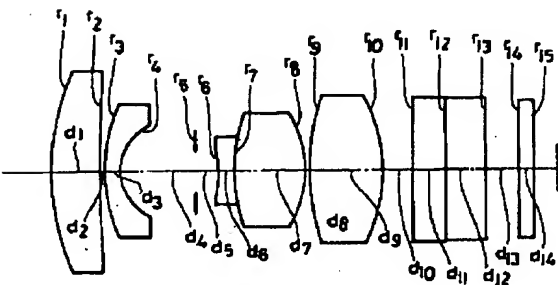
【図1】



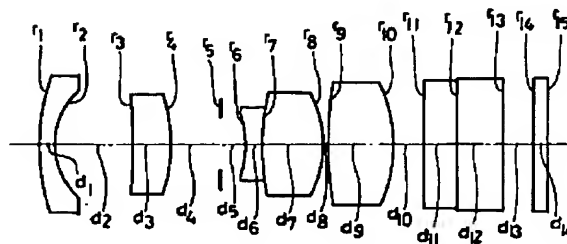
【図2】



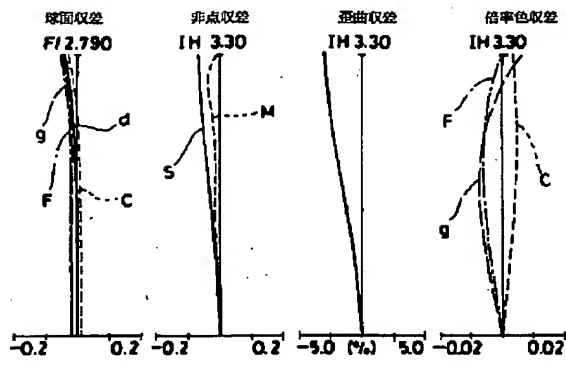
【図3】



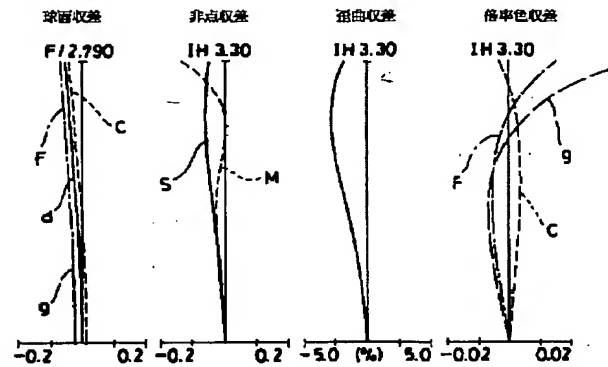
【図4】



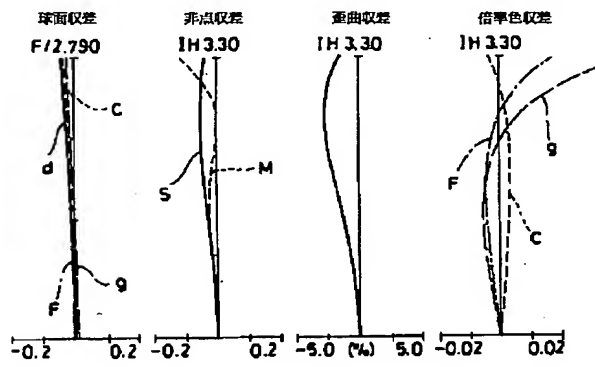
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

